

SÍNTESIS

Como punto de partida se analizarán los conceptos y definiciones de cada uno de los diferentes Lubricantes que existen actualmente.

Una vez que sean identificados los diferentes tipos de Lubricantes, se mencionarán sus principales usos y aplicaciones.

Se enlistarán y analizarán las pruebas físicas y de Laboratorio llevadas a cabo a los distintos Lubricantes y así de ésta manera poder conocer más de su aplicación.

Se identificarán y se seleccionarán los diferentes procesos Industriales tomando en cuenta su tolerancia y capacidad ante el fenómeno de Fricción.

Se plasmarán las conclusiones del trabajo realizado en la presente Tesis.

Se propondrán sugerencias a futuras aplicaciones.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



SISTEMAS INDUSTRIALES ANTI-DESGASTE

POR

CARLOS CABALLERO PÉREZ

TESIS

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA MECÁNICA CON ESPECIALIDAD EN TÉRMICA Y
FLUIDOS**

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA N.L.

DICIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



SISTEMAS INDUSTRIALES ANTI-DESGASTE

POR

CARLOS CABALLERO PÉREZ

TESIS

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA MECÁNICA CON ESPECIALIDAD EN TÉRMICA Y
FLUIDOS**

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA N.L.

DICIEMBRE DE 2007

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las oportunidades que me ha brindado en la vida y la fortaleza y orientación para enfrentar y atender todas las situaciones complicadas.

A mis Padres por sus consejos, enseñanzas, dedicación, apoyo y paciencia durante toda mi trayectoria.

A mi familia, mi esposa Sarita por su apoyo, comprensión, paciencia y orientación en los momentos difíciles y no tan difíciles; a mis hijos Carlos, Sarita, José María, Rodrigo y Adalberto por su gran paciencia, entusiasmo y apoyo para salir adelante.

A todos mis hermanos y hermanas por su apoyo y todos sus consejos.

A todos mis maestros, pero principalmente a los que conforman mi Comité de Tesis, mi más sincero agradecimiento por su gran apoyo y conocimientos otorgados durante mi Carrera y en la elaboración de la Tesis.

A mis compañeros y amigos por compartir horas de estudio, de diversión y apoyo para sacar adelante el trabajo.

A todos mi agradecimiento

CARLOS CABALLERO PÉREZ

PRÓLOGO

Hoy en día los constantes incumplimientos a los Objetivos Trazados por las Empresas, al no poder recuperar las inversiones de Capital en los tiempos establecidos, nos conducen a un análisis más profundo de los reportes de demoras por fallas, en donde resaltan los paros de Equipos por falta de una adecuada Lubricación, por tal motivo en la presente Tesis se analizarán y se presentarán las pruebas requeridas a los distintos tipos de lubricantes para lograr una mejor selección de los mismos.

La fricción y el desgaste se encuentran siempre presentes en los sistemas y las máquinas. El rozamiento crea una pérdida de energía mecánica (potencia) perjudicial para el mecanismo y que se traduce en un calentamiento de las piezas que estén en contacto, ocasionando desgaste y deformaciones, y eventualmente adhesión (gripaje). En reposo el rozamiento se traduce en un fenómeno de adherencia, que conviene reducir para disminuir los esfuerzos necesarios para la puesta en movimiento. El rozamiento afecta a todos los movimientos relativos entre las piezas.

Por tal motivo fue ésta situación la que me motivó al análisis de los Aceites y Lubricantes en general de una manera Integral que considere los Sistemas Modernos para su correspondiente aplicación y de ésta manera poder alcanzar niveles que nos permitan cumplir metas de Producción, Productividad y Mantenimiento que nos exigen los Procesos Industriales Actuales.

ÍNDICE

TEMA	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
1. LUBRICANTE	2
1.1 Definición	
1.1.1 Características	3
1.2 FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES	4
1.2.1 Refrigeración	5
1.2.2 Eliminación de Impurezas	6
1.2.3 Anticorrosivo y Antidesgaste	6
1.2.4 Sellante	6
1.2.5 Transmisor de Energía	6
1.3 LUBRICACIÓN	7
1.3.1 Orígen de los Lubricantes	8
1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS LUBRICANTES	9
1.4.1 Lubricantes Sólidos	9
1.4.2 Tratamiento Lubsec	10
1.4.3 Lubricantes Pastosos-Grasas	10
1.4.4 Lubricantes Líquidos	11
2 VISCOSIDAD	13
2.1 Definición	13
2.1.1 Diferentes escalas de medida de Viscosidad	14
2.1.2 Factores que afectan a la viscosidad	14
2.1.3 Índice de Viscosidad	15
3. PESO ESPECÍFICO	16
3.1 Definición	16
3.2 GRAVEDAD API	17
3.2.1 Fórmula	17
3.2.2 Clasificación	18

4. PUNTO DE FLUIDEZ	19
4.1 Definición	19
5. TEMPERATURA DE ENCENDIDO	20
5.1 Definición	20
6. TEMPRATURA DE FLAMEO	20
6.1 Definición	20
7. NÚMERO DE NEUTRALIZACIÓN	21
7.1 Definición	21
8. PRUEBA DE AGUA Y SEDIMENTOS	22
8.1 Definición	22
8.2 Aparatos Utilizados	22
8.3 Procedimiento de la Prueba	22
9. PRUEBA DE DESMULSIBILIDAD	23
9.1 Definición	23
9.2 Aparatos Utilizados	23
9.3 Procedimiento	24
10. DUREZA DE LAS GRASAS	26
10.1 Ensayo de Penetración	26
11. ESTABILIDAD MECÁNICA DE LAS GRASAS	29
11.1 Definición	29
11.2 Aparatos Utilizados	29
11.3 Procedimiento	29
12. PRUEBA DE SANGRADO Y EVAPORACIÓN (GRASAS)	30
12.1 Definición	30
12.2 Aparatos Utilizados	30
12.3 Procedimiento	31
13. SISTEMAS DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA	32
13.1 Definición	32
14. LUBRICACIÓN POR PÉRDIDA DE LUBRICANTE	32

14.1 Sistema de Línea Simple	32
14.1.1 Aplicaciones	32
14.1.2 Principio	32
14.1.3 Componentes	33
14.1.4 Ventajas	33
14.2 Sistema de Línea Doble	33
14.2.1 Aplicaciones	33
14.2.2 Principio	33
14.2.3 Componentes	34
14.2.4 Ventajas	34
14.3 Sistema Progresivo	34
14.3.1 Aplicaciones	34
14.3.2 Principio	34
14.3.3 Componentes	35
14.3.4 Ventajas	35
14.4 Sistema de Circulación de Aceite	35
14.4.1 Aplicaciones	35
14.4.2 Principio	35
14.4.3 Componentes	36
14.4.4 Ventajas	36
15. LUBRICACIÓN MEDIANTE CIRCUITOS MÚLTIPLES	37
15.1 Sistema para Lubricación Hidrostática	37
15.1.1 Aplicaciones	37
15.1.2 Principio	37
15.1.3 Componentes	37
15.1.4 Ventajas	37

16.	SISTEMA PARA LUBRICACIÓN DE CADENAS	37
16.1	Aplicaciones	37
16.2	Principio	39
16.3	Ventajas	39
17.	LUBRICACIÓN POR CANTIDADES MÍNIMAS	40
17.1	Lubricación por medio de Aire Comprimido	40
17.1.1	Aplicaciones	40
17.1.2	Principio	40
17.1.3	Ventajas	40
17.2	SISTEMA MOL INTERNO	41
17.2.1	Aplicaciones	41
17.2.2	Principio	41
17.2.3	Ventajas	41
17.3	SISTEMA MOL EXTERNO	42
17.3.1	Aplicaciones	42
17.3.2	Principio	42
17.3.3	Componentes	42
17.3.4	Ventajas	43
18.	LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA	44
19.	LUBRICACIÓN ELASTO-HIDRODINÁMICA	45
20.	ACEITE PARA MOTORES AUTOMOTRICES	48
21.	CATEGORÍAS DE SERVICIO	50
21.1	Categoría de Servicio API	50
21.2	Clasificación de Aceite Motores Automotrices	52
21.3	Clasificación de Aceite Motores Diesel Comerciales	54
22.	ESPECIFICACIONES ILSAC	56

23.	ESPECIFICACIONES EUROPEAS DE ACEITES MOTOR	57
23.1	Especificaciones Acea	57
23.2	Motores Europeos a Nafta	58
24.	ESPECIFICACIONES MILITARES NORTEAMERICANAS	59
25.	LUBRICACIÓN DE ENGRANES (INDUSTRIALES)	62
25.1	Función de los Engranés	62
25.2	Formas Básicas de Lubricación	62
25.3	Lubricación Hidrodinámica	62
25.4	Lubricación Elasto-Hidrodinámica	62
25.5	Elastohidrodinámica	63
25.6	Efecto de la Alta Viscosidad	63
25.7	Efecto de la Baja Viscosidad	64
26.	PRODUCTOS PARA AERONAVES	65
26.1	ACEITE DE MOTOR	65
26.2	FLUIDOS HIDRÁULICOS	65
26.3	GRASA	65
27.	PRODUCTOS PARA PROCESAMIENTO DE METALES	66
27.1	FLUIDOS DE CORTE-SOLUBLES	66
27.2	FLUIDOS DE CORTE-NO SOLUBLES	66
28.	ACEITES PARA TEMPLADO DE METALES	66
29	PRODUCTOS ESPECIALES Y DE PROCESOS	67
29.1	ACEITE DE PROCESOS	67
29.2	CERAS	67
30.	PRODUCTOS MARINOS	68
30.1	ACEITES DE MOTOR	68
	BIBLIOGRAFIA	69
	GLOSARIO	70

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
División de Estudios de Posgrado

Los miembros del comité de Tesis recomendamos que la Tesis: “**Sistemas Industriales Anti - Desgaste**”, realizada por el alumno **Carlos Caballero Pérez** con número de matrícula 0065391 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la **Ingeniería Mecánica** con especialidad en **Térmica y Fluidos**.

El Comité de Tesis

MC. Jesús Villarreal Lozano.
Asesor

M.C. Roberto Villarreal Garza
Revisor

M.C. Raúl Escamilla Garza
Revisor

Vo. Bo.

Dr. Guadalupe Alan Castillo Rodríguez
División de Estudios de Posgrado

Ciudad Universitaria, a **10** de **Diciembre** del **2007**

INTRODUCCIÓN

- **Objetivo:** Evitar mediante una correcta Lubricación, la fricción excesiva entre metales en movimientos de mecanismos Industriales para minimizar el Desgaste.
- **Hipótesis:** En ésta tesis se espera comprobar, en base a los análisis, pruebas y estudios efectuados Teórica y Prácticamente, que el rozamiento entre las partes móviles de los distintos mecanismos industriales, puedan alcanzar niveles que nos permitan cumplir las metas de Producción, Productividad y Mantenimiento que nos exigen los Procesos Industriales Actuales.
- **Justificación:** Hoy en día los constantes incumplimientos a los Objetivos Trazados por las Empresas, al no poder recuperar las inversiones de Capital en los tiempos establecidos, nos conducen a un análisis más profundo de los reportes de Demoras por fallas, en donde resaltan los paros de Equipos por falta de una adecuada Lubricación, por tal motivo en la presente Tesis se analizarán y se presentarán las pruebas requeridas a los distintos tipos de lubricantes para lograr una mejor selección de los mismos.
- **Límites de Estudio:** En la presente tesis se analizarán y se estudiarán todos los orígenes, conceptos y procedencias de los Lubricantes en general hasta la presentación de análisis y pruebas para una selección que sea compatible con los más modernos y sensibles mecanismos Industriales

1. LUBRICANTE

1.1 DEFINICIÓN:

En los distintos órganos en movimiento de las máquinas, existen rozamientos en las superficies de contacto que disminuyen su rendimiento. Este fenómeno se debe a diversos factores, el más característico de los cuales es el coeficiente de rozamiento, cuya causa principal reside en las irregularidades de las superficies de las piezas en contacto.

Se llama lubricante la sustancia capaz de disminuir el rozamiento entre dos superficies en movimiento. Sus fines son, principalmente, dos:

- 1) Disminuir el coeficiente de rozamiento.
- 2) Actuar como medio dispersor del calor producido.

Además, con él se consiguen los siguientes objetivos secundarios:

- a) Reducir desgastes por frotamiento.
- b) Disminuir o evitar la corrosión.
- c) Aumentar la estanqueidad en ciertos órganos (cilindros, segmentos, juntas, etc.).
- d) Eliminar o trasladar sedimentos y partículas perjudiciales.

1.1.1 CARACTERÍSTICAS:

Para cada lubricante, dentro de su gran variedad de aplicaciones, hay unas características que, en mayor o menor grado, deben cumplir. Las principales son: viscosidad, untuosidad, punto de combustión, punto de inflamación, porcentaje de coquización, punto de congelación y punto de descongelación. Las secundarias son: poder anticorrosivo, poder antioxidante, poder antiespumante, poder detergente y resistencia a elevadas presiones.



LUBRICANTE PARA ENGRANES

1.2 FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES:

Los lubricantes no solamente disminuyen el rozamiento entre los materiales, sino que también desempeñan otras importantes misiones para asegurar un correcto funcionamiento de la maquinaria, manteniéndola en óptimas condiciones durante mucho tiempo.

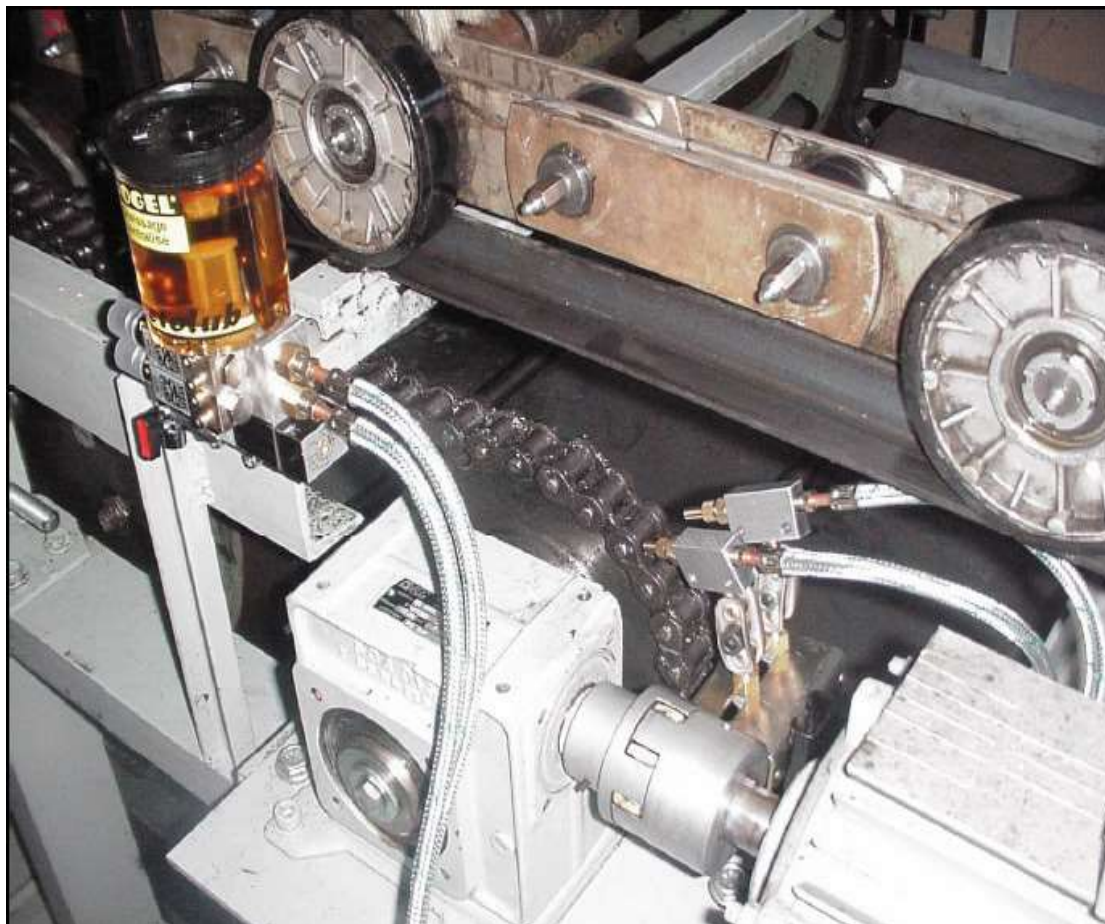
Entre éstas otras funciones, caben destacar las siguientes:

- Refrigerante
- Eliminador de impurezas
- Sellante
- Anticorrosivo y anti-desgaste
- Transmisor de energía

El lubricante correctamente aplicado consigue:

- Evitar el desgaste por frotamiento
- Ahorrar energía

Evitando que se pierda en rozamientos inútiles que se oponen al movimiento y que generan calor.



SISTEMA DE LUBRICACION DE CADENAS

1.2.1 REFRIGERACIÓN:

El aceite contribuye a mantener el equilibrio térmico de la máquina, disipando el calor que se produce en la misma como consecuencia de frotamientos, combustión, etc.... Esta función es especialmente importante (la segunda más importante después de lubricar), en aquéllos casos en que no exista un sistema de refrigeración, ó éste no tenga acceso a determinados componentes de la máquina, que únicamente pueden eliminar calor a través del aceite (cojinetes de biela y de bancada, parte interna de los pistones en los motores de combustión interna). En general, se puede decir que el aceite elimina entre un 10% y un 25% del calor total generado en la máquina.

1.2.2 ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS:

En las máquinas y equipos lubricados se producen impurezas de todo tipo; algunas por el propio proceso de funcionamiento (como la combustión en los motores de explosión), partículas procedentes de desgaste o corrosión y contaminaciones exteriores (polvo, agua, etc.). El lubricante debe eliminar por circulación estas impurezas, siendo capaz de mantenerlas en suspensión en su seno y llevarlas hasta los elementos filtrantes apropiados. Esta acción es fundamental para conseguir que las partículas existentes no se depositen en los componentes del equipo y no aceleren un desgaste en cadena, puedan atascar conductos de lubricación o producir consecuencias nefastas para las partes mecánicas lubricadas. Podemos decir que el lubricante se ensucia para mantener limpia la máquina.

1.2.3 ANTICORROSIVO Y ANTIDESGASTE:

Los lubricantes tienen propiedades anticorrosivas y reductoras de la fricción y el desgaste naturales, que pueden incrementarse con aditivos específicos para preservar de la corrosión diversos tipos de metales y aleaciones que conforman las piezas y estructuras de equipos ó elementos mecánicos.

1.2.4 SELLANTE:

El lubricante tiene la misión de hacer estancas aquellas zonas en donde puedan existir fugas de otros líquidos ó gases que contaminan el aceite y reduzcan el rendimiento del motor. La cámara de combustión en los motores de combustión interna y los émbolos en los amortiguadores hidráulicos son dos ejemplos donde un lubricante debe cumplir ésta función.

1.2.5 TRANSMISOR DE ENERGÍA:

Es una función típica de los fluidos hidráulicos en los que el lubricante además de las funciones anteriores, transmite energía de un punto a otro del sistema.

1.3 LUBRICACIÓN

Los lubricantes se interponen entre las dos superficies en movimiento. De Ésta manera, forman una película separadora que evita el contacto directo entre ellas y el consiguiente desgaste. Es conveniente señalar que el lubricante no elimina totalmente el rozamiento, aunque sí lo disminuye notablemente. Esta disminución del rozamiento es la definición de lubricación. El rozamiento por contacto directo entre las superficies es sustituido por otro rozamiento interno mucho menor, entre las moléculas del lubricante. Este rozamiento interno es lo que llamamos viscosidad.

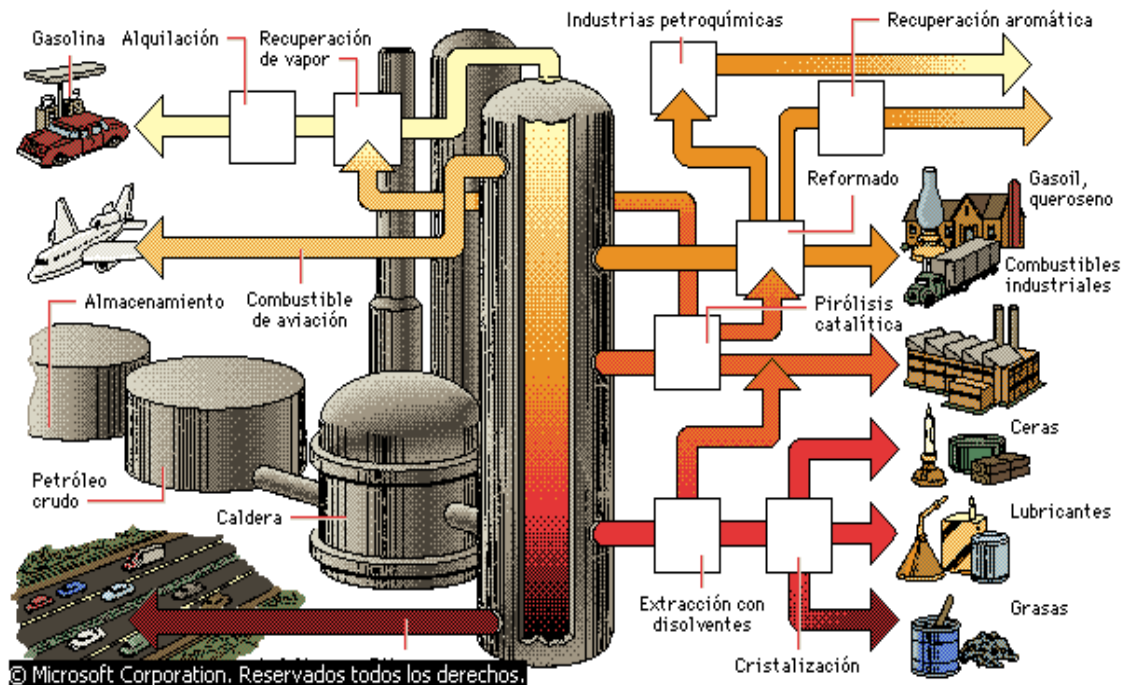


PELICULA DE LUBRICACION EN ENGRANES



RODAMIENTO INDUSTRIAL SIENDO LUBRICADO POR GRASA

1.3.1 ORIGEN DE LOS LUBRICANTES:



OBTENCIÓN DE LUBRICANTES

Los lubricantes que actualmente se emplean son en su gran mayoría de ORIGEN MINERAL y se extraen del petróleo crudo. Antes de conocerse el petróleo se empleaban aceites de ORIGEN ANIMAL (de ballena, cerdo, vacuno, ovino, etc.) Y de ORIGEN VEGETAL (de oliva, maravilla, colza, ricino, etc.)

El poder lubricante de los aceites animales y vegetales es mayor que el de los aceites minerales, pero tienen el grave inconveniente de su poca estabilidad, se oxidan y se descomponen con facilidad produciendo sustancias ácidas que atacan las superficies metálicas. Por este motivo en la lubricación se emplean, de preferencia, los aceites minerales.

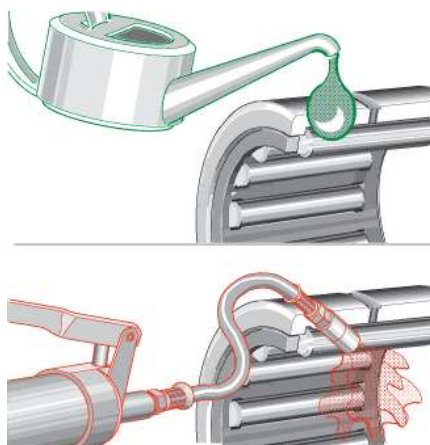
En el proceso de refinación del petróleo crudo se obtienen a diferentes temperaturas los siguientes compuestos: NAFTA-GASOLINA-KEROSENE-ACEITES-RESIDUOS. Para la destilación fraccionada se usa un alambique, el

aceite que se obtenga será más o menos liviano de acuerdo con la temperatura que se alcance en el alambique. Posteriormente, el aceite, se somete a un tratamiento ácido para eliminar las impurezas, enseguida se filtra y se agrega cal para eliminar los restos de acidez. Finalmente, se agregan diversos compuestos, de acuerdo con las características que se desea dar al lubricante.

1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS LUBRICANTES:

Según su consistencia, los lubricantes se pueden clasificar en:

- Sólidos.
- Pastosos.
- Líquidos.



Dentro de cada clase, pueden ser de origen mineral, vegetal y animal

1.4.1 LUBRICANTES SÓLIDOS:

Los lubricantes sólidos se emplean cuando las piezas han de funcionar a temperaturas muy extremadas y cuando intervienen elevadas presiones unitarias.

Los más empleados son el grafito y el bisulfuro de molibdeno, que sirven para fabricar cojinetes auto lubricados y como aditivos de aceites y grasas. También se emplean para el mismo fin, materiales tan variados como talco, mica, azufre, parafinas, etc.

1.4.2 TRATAMIENTO LUBSEC:

Es un tratamiento que tiene por objeto recubrir con una capa de lubricante seco las superficies de fricción de las piezas. Se realiza dando a la pieza un fosfatado al magnesio o al zinc y aplicando encima una capa de polvo impalpable de molibdeno que se transforma en una resina termo-estable.

1.4.3 LUBRICANTES PASTOSOS – GRASAS:

Las grasas son dispersiones de aceite en jabón. Se emplean para lubricar zonas imposibles de engrasar con aceite, bien por falta de condiciones para su retención, bien porque la atmósfera de polvo y suciedad en que se encuentran las máquinas, aconseja la utilización de un lubricante pastoso.

Una de las características mas importantes de las grasas es el punto de goteo, es decir, la temperatura mínima a la cual la grasa contenida en un aparato especial empieza a gotear por un orificio situado en la parte inferior. Es muy importante, ya que permite conocer la temperatura máxima de empleo.

Según el jabón que las forma, las grasas pueden ser cálcicas, sódicas, al aluminio, al litio, al bario, etc. Y sus características y aplicaciones son las siguientes:

Grasas cálcicas: Tienen un aspecto mantecoso, son insolubles en agua, resisten 80°C y son muy económicas. Se emplean para lubricar rodamientos situados en los chasis de los automóviles y rodamientos de máquinas que trabajen a poca velocidad y a menos de 70°C.

Grasas sódicas: Tienen un aspecto fibroso, son emulsionables en agua, resisten 120°C y son poco fusibles. Se emplean para rodamientos en que no haya peligro de contacto con el agua.

Grasas al aluminio: Son de aspecto fibroso y transparente, insolubles en el agua, muy adhesivas y muy estables. Resisten hasta 100°C. Se emplean en

juntas de cardan, cadenas, engranajes y cables, y en sistemas de engrase centralizado.

Grasas al litio: Son fibrosas, resisten bastante bien el agua y pueden utilizarse desde -20 hasta 120°C . Se emplean para aplicaciones generales (rodamientos, pivotes de mangueta en automóviles), conteniendo, si es necesario, bisulfuro de molibdeno.

Grasas al bario: Son fibrosas y más resistentes al agua que las de litio, y su máxima temperatura de empleo es de 180°C . Se emplean para usos generales.



LUBRICACION DE BALEROS POR MEDIO DE GRASA

1.4.4 LUBRICANTES LÍQUIDOS:

Llamados en general aceites lubricantes, se dividen en cuatro subgrupos:

Aceites minerales: Obtenidos de la destilación fraccionada del petróleo, y también de ciertos carbones y pizarras.

Aceites de origen vegetal y animal: Son denominados también aceites grasos y entre ellos se encuentran: aceite de lino, de algodón, de colza, de oliva, de tocino, de pezuña de buey, glicerina, etc.

Aceites compuestos: Formados por mezclas de los dos primeros, con la adición de ciertas sustancias para mejorar sus propiedades.

Aceites sintéticos: Constituidos por sustancias líquidas lubricantes obtenidas por procedimientos químicos. Tienen la ventaja sobre los demás de que su formación de carbonillas es prácticamente nula; su inconveniente consiste en ser más caros.

Entre los subgrupos mencionados, merecen especial atención los aceites minerales, por ser los lubricantes líquidos más empleados. Se obtienen por la destilación del petróleo bruto, de la cual se originan también otros productos (éter, gasolina, petróleo, gas oil, fuel-oil, etc.). Una vez destilados, son convenientemente tratados para purificarlos y mejorar sus propiedades básicas con aditivos.

2. VISCOSIDAD

2.1 DEFINICIÓN:

Es la propiedad fundamental y más importante de un lubricante líquido (un líquido se define como un fluido incompresible). Se puede definir como su resistencia a fluir ó lo que es lo mismo, la medida del rozamiento interno de sus moléculas. No hay que confundir términos de untuosidad ó densidad con viscosidad.

La untuosidad es la adherencia de las partículas a las superficies metálicas, incluso en posición vertical. Debido a la untuosidad, las superficies metálicas permanecen con una capa fina de lubricante, incluso tras largo tiempo después de haber sido aportado el lubricante. La densidad es el peso de una materia en relación al volumen que ocupa. No aporta ninguna propiedad a los lubricantes.

La viscosidad en un fluido depende de la presión y de la temperatura:

- Al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad.
- Al aumentar la presión aumenta la viscosidad.

La medida de la variación de la viscosidad con la temperatura es el índice de viscosidad. A mayor índice de viscosidad, mayor resistencia del fluido a variar su viscosidad con la temperatura. El índice de viscosidad se mejora con los aditivos.

2.1.1 DIFERENTES ESCALAS DE MEDIDA DE VISCOSIDAD:

Existen varias escalas para medir la viscosidad de un fluido; Las más usadas son la SAE y la ISO. En la siguiente página podemos ver tres tipos de escalas:

- Escalas en grado SAE para aceites motor.
- Escalas en grado SAE para aceites de engranajes
- Escalas en grados ISO para aceites hidráulicos.

Como podemos comprobar existe una correlación de equivalencia entre las distintas escalas. La primera de ellas es aplicable para aceites de motor, y la segunda para engranajes. Esta diferenciación fue realizada para evitar posibles equivocaciones en la aplicación de un producto u otro lo que podría motivar la destrucción de la maquinaria. Una tercera escala, la ISO se aplica a los aceites industriales. Viscosidad medida a 100°C en Escala SAE y 40°C en escala ISO, para aceites de IV = 100.

2.1.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA VISCOSIDAD:

Aunque en la mayor parte de los casos sería deseable que la viscosidad de un lubricante permaneciese constante, ésta se ve afectada por las condiciones ambientales, como ya hemos dicho. Para evitarlo se usan aditivos, llamados mejoradores del índice de viscosidad.

En termodinámica la temperatura y la cantidad de movimiento de las moléculas se consideran equivalentes. Cuando aumenta la temperatura de cualquier sustancia (especialmente en líquidos y gases) sus moléculas adquieren mayor movilidad y su cohesión disminuye, al igual que disminuye la acción de las fuerzas intermoleculares.

Por ello, la viscosidad varía con la temperatura, aumentando cuando baja la temperatura y disminuyendo cuando se incrementa.

2.1.3 INDICE DE VISCOSIDAD:

La viscosidad de los aceites lubricantes cambia con respecto a la temperatura y este grado de cambio varía con los distintos aceites, designándose con el nombre de <<índice de viscosidad>> a ésta característica.

La viscosidad de aceites de alto índice de viscosidad son menos sensibles a los cambios que la viscosidad de los aceites de bajo índice.

No hay que confundir la viscosidad con la untuosidad. La viscosidad es rozamiento entre moléculas del lubricante. Untuosidad es adherencia en las moléculas del lubricante a las superficies metálicas. Debido a su untuosidad, el aceite permanece sobre las superficies de la maquinaria, después de que ésta deje de funcionar y la protege en los primeros momentos del arranque siguiente.

3. PESO ESPECÍFICO

3.1 DEFINICIÓN:

El peso específico de una sustancia se define como el peso por unidad de volumen. Se calcula al dividir el peso de la sustancia entre el volumen que ésta ocupa. En el sistema métrico decimal, se mide en kilopondios por metro cúbico (kp/m^3). y en el Sistema Internacional de Unidades, en newton por metro cúbico (N/m^3).

$$P_e = \frac{W}{V} \text{ o } P_e = \rho g$$

donde:

P_e = peso específico

W = es el peso de la sustancia

V = es el volumen que la sustancia ocupa

ρ = es la densidad de la sustancia

g = es la gravedad

Es una propiedad física de la materia, regularmente se aplica a sustancias o fluidos y su uso es muy amplio dentro de la Física.

Como bajo la gravedad de la Tierra el kilopondio equivale, desde el punto de vista numérico, al kilogramo, esta magnitud tiene el mismo valor que su densidad expresada en (kg/m^3).

3.2 GRAVEDAD API:

La gravedad API, de sus siglas en inglés American Petroleum Institute, es una medida de densidad que describe que tan pesado o liviano es el petróleo comparado con el agua.

Si los grados API son mayores a 10, es más liviano que el agua, y por lo tanto flotaría en ésta. La gravedad API es también usada para comparar densidades de fracciones extraídas del petróleo. Por ejemplo, si una fracción de petróleo flota en otra, significa que es más liviana, y por lo tanto su gravedad API es mayor. Matemáticamente la gravedad API no tiene unidades (ver la formula abajo). Sin embargo siempre al número se le coloca la denominación grado API.

La gravedad API es medida con un instrumento denominado hidrómetro. Existen una gran variedad de estos instrumentos.

3.2.1 FÓRMULA:

La formula usada para obtener la gravedad API es la siguiente:

$$\text{Gravedad API} = (141,5/\text{GE a } 60^{\circ}\text{F}) - 131,5$$

La formula usada para obtener la gravedad específica del líquido derivada de los grados API es la siguiente:

$$\text{GE a } 60^{\circ}\text{F} = 141,5/ (\text{Gravedad API} + 131,5)$$

60°F (o 15 5/9 °C) es usado como el valor estándar para la medición y reportes de mediciones.

Por lo tanto, un crudo pesado con una gravedad específica de 1 (esta es la densidad del agua pura a 60°F) tendrá la siguiente gravedad API:

$$(141,5/1,0) - 131,5 = 10,0 \text{ grados API.}$$

3.2.2 CLASIFICACIÓN:

Generalmente hablando, un mayor valor de gravedad API en un producto de refinería representa que éste tiene un mayor valor comercial. Ésta regla es válida hasta los 45 grados API, más allá de éste valor las cadenas moleculares son tan cortas que hacen que los productos tengan menor valor comercial.

El Petróleo es clasificado en liviano, mediano, pesado y extra pesado, de acuerdo a su medición de gravedad API.

Crudo liviano es definido como el que tiene gravedades API mayores a 31.1 °API

Crudo mediano es aquel que tiene gravedades API entre 22.3 y 31.1 °API.

Crudo Pesado es definido como aquél que tiene gravedades API entre 10 y 22.3 °API.

Crudos extra pesados son aquéllos que tienen gravedades API menores a 10 °API.

4. PUNTO DE FLUIDEZ:

4.1 DEFINICIÓN:

El punto de fluidez de un aceite lubricante es la mínima temperatura a la cual éste fluye sin ser perturbado bajo la condición específica de la prueba.

Los aceites contienen ceras disueltas que cuando son enfriados se separan y forman cristales que se encadenan formando una estructura rígida atrapando al aceite entre la red. Cuando la estructura de la cera está lo suficientemente completa el aceite no fluye bajo las condiciones de la prueba.

La agitación mecánica puede romper la estructura cerosa, y de éste modo tener un aceite que fluya a temperaturas menores a su punto de fluidez.

En ciertos aceites sin ceras, el punto de fluidez esta relacionado con la viscosidad. En estos aceites la viscosidad aumenta progresivamente a medida que la temperatura disminuye hasta llegar a un punto en que no se observa ningún flujo existente.

Desde el punto de vista del consumidor la importancia del punto de fluidez de un aceite depende enteramente del uso que va a dársele al aceite. Por ejemplo, el punto de fluidez de un aceite de motor a utilizarse en invierno debe ser lo suficientemente bajo para que el aceite pueda fluir fácilmente a las menores temperaturas ambientes previstas. Por otro lado, no existe necesidad de utilizar aceites con bajos puntos de fluidez cuando estos van a ser utilizados en las plantas con altas temperaturas en el ambiente o en servicio continuo tal como turbinas de vapor u otras aplicaciones.

5. TEMPERATURA DE ENCENDIDO:

5.1 DEFINICIÓN:

Se llama punto de inflamación a la temperatura mínima en la cual un aceite empieza a emitir vapores inflamables. Esta relacionada con la volatilidad del aceite. Cuanto más bajo sea éste punto, más volátil será el aceite y tendrá más tendencia a la inflamación. Un punto de inflamación alto es signo de calidad en el aceite. En los aceites industriales el punto de inflamación suele estar entre 80 y 232°C, y en los de automoción entre 260 y 354°C. El punto de inflamación también orienta sobre la presencia de contaminantes, especialmente gases (los cuales pueden reducir la temperatura de inflamación hasta 50°C en algunos aceites), riesgo de incendios a causa de los vapores y procesos no adecuados en la elaboración del aceite.

6.0 TEMPERATURA DE FLAMEO:

6.1 DEFINICIÓN:

Se llama así a la temperatura a la cual los vapores emitidos por un aceite se inflaman, y permanecen ardiendo al menos 5 segundos al acercárseles una llama. El punto de combustión suele estar entre 30 y 60 ° por encima del punto de inflamación.

7. NUMERO DE NEUTRALIZACION:

7.1 DEFINICIÓN:

Se llama número de neutralización al la cantidad de ácido o base necesario para neutralizar una muestra de lubricante. Puede expresarse de 4 posibles formas:

- Número de ácido total (TAN): es la cantidad de hidróxido potásico (KOH) en mg necesaria para neutralizar todos los ácidos de una muestra de 1 gramo de aceite.
- Número de ácido fuerte (SAN): es la cantidad de hidróxido (KOH) en mg necesaria para neutralizar los ácidos fuertes (inorgánicos) presentes en una muestra de aceite de 1 gr. Este valor corresponde al valor de la acidez mineral. La diferencia entre el TAN y el SAN corresponde al valor de la acidez orgánica (ácidos débiles).

Estos dos valores nos indican el nivel de acidez de un aceite.

- Número de base total (TBN) es la cantidad de ácido clorhídrico (HCl) en mg necesaria para neutralizar los componentes alcalinos de una muestra de 1 gr. de aceite. Se utiliza en aceites de motor.
- Número de base fuerte (SBN) es la cantidad de KOH en mg necesaria para llevar una muestra de 1 gr. de aceite a un PH de 11.

Estos valores nos indican el nivel de alcalinidad de un aceite.

8. PRUEBA DE AGUA Y SEDIMENTOS:

8.1 DEFINICIÓN:

Esta prueba es un método para determinar las características de barrido de agua en una grasa lubricante sometida bajo condiciones prescritas del laboratorio.

El barrido de agua en una grasa trabajada es costoso y dañino para la eficiencia del mantenimiento.

8.2 APARATOS UTILIZADOS:

1. Unidad de prueba
2. Balero de trabajo
3. Termómetro
4. Agua destilada
5. Precipitación nafta
6. balanza

8.3 PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA:

Limpie el probador con precipitación nafta y aire seco. El balero de prueba es colocado con 4.0 ± 0.05 gramos de la muestra de la grasa y es entonces insertada a lo largo con esos sellos dentro de la cámara para completar el ensamble de la unidad.

Un mínimo de 750ml. de agua destilada es colocada en el deposito asegurándose que el nivel del agua esté por debajo de la cámara probadora. Si la prueba es efectuada a $38^{\circ}\text{C} \pm 2.77^{\circ}\text{C}$. el aparato genera suficiente calor para mantener la temperatura dentro del rango. Sin embargo si la prueba es efectuada a $79^{\circ}\text{C} \pm 1.66^{\circ}\text{C}$. entonces será necesario utilizar un controlador de temperatura.

Cuando el agua alcanza la temperatura escogida la válvula bypass es ajustada para dar un porcentaje de flujo de agua a través de un orificio capilar de 5 ± 0.5 ml. por segundo. El orificio de agua es colocado de tal manera que se bañe sobre la superficie del disco 0.635 cm (1/4 plg.) debajo de la parte exterior abriendo la cámara probadora.

La prueba es continuada por una hora, el probador operado a una velocidad de 600 ± 30 rpm. Al final del periodo el aparato es apagado. El probador y los protectores son removidos y colocados en un lente tarado de vidrio que es entonces colocado en un horno por 16 horas a $77^{\circ}\text{C} \pm 5.55^{\circ}\text{C}$. al final del periodo de secado el lente de vidrio y su contenido son enfriados y pesados para determinar la pérdida de la grasa a través del agua destilada.

9. PRUEBA DE DESMULSIBILIDAD:

9.1 DEFINICIÓN:

La prueba de desmulsibilidad estática mide la facilidad de un aceite para separarse del agua bajo condiciones estáticas

Porqué de la prueba ?

Éste método cubre un procedimiento para medir la facilidad del aceite y del agua para separarse el uno del otro, éste es un intento para probar el uso de la prueba mediana y alta viscosidad de los aceites lubricantes.

9.2 APARATOS UTILIZADOS:

1. agitador
2. embudo separador graduado especialmente
3. baño para calentar suficientemente grande y profundo para permitir la inmersión de cuando menos dos embudos separadores en el baño del liquido hasta por encima de sus 500ml. (de graduación). El baño debe de estar apto de mantener una temperatura de $82^{\circ}\text{C} \pm 1.1^{\circ}\text{C}$ y deberá ser

equipado para sostener el embudo separador con seguridad en tal posición que el eje vertical de agitador corresponda a la línea del centro vertical del embudo separador durante la mezcla del aceite y agua.

4. Centrifuga como se describe en el método A de ASTM, métodos D 96, pruebas para agua y sedimentos en aceites crudos.
5. Tubos centrífugos, forma larga 20cm como se describe en la tabla 1 método A del método D 96

9.3 PROCEDIMIENTO:

Caliente el líquido del baño a $82^{\circ}\text{C} \pm 1.1^{\circ}\text{C}$ y manténgalos en ésta temperatura a través de la prueba.

Mida el aceite bajo prueba, a la temperatura del cuarto (temperatura ambiente), directamente dentro del embudo separador al volumen de 405ml. Coloque el embudo separador con el aceite a una temperatura constante en el baño y elévese a la temperatura a 82°C . añádase 45ml. de agua destilada, médase a la temperatura del cuarto el aceite y sumerja el agitador a una profundidad de 1 pulgada de abajo del embudo en tal forma que el eje vertical del agitador corresponda con la línea del centro vertical del embudo. Lentamente elévese la velocidad del motor del agitador a 4500 ± 500 rpm. dentro de 25 a 30 segundos y opérese por un total de 5 minutos incluyendo el tiempo en que se empezó.

Luego saque el agitador de la mezcla del agua y aceite pero no completamente fuera del embudo, permita que el agitador se escurra por 5 minutos, luego quítese y séquese el embudo y límpiese.

Cinco horas después de que se haya detenido el agitador, saque una muestra de 50ml del centro del embudo y 52mm debajo de la superficie de la mixtura del agua y del aceite usando una probeta de 50ml. descargue el contenido de la probeta en un tubo centrífugo y determine la presencia de agua en la muestra usando el método D 96 archivando los resultados como el % de agua en el

aceite “registre la presencia de agua en aumento menos el 5% como una primera prueba”.

Inmediatamente después de las muestras del % de agua en el aceite quitar el embudo separador del baño y quite cualquier residuo de agua que haya separado de la mezcla del agua y aceite hasta 50 ml del cilindro graduado. Permita a ésta agua que llegue hasta la temperatura ambiente, médase y regístrese el volumen.

Después de quitar el agua sobrante del embudo separador, reduzca el volumen del fluido que haya quedado a 100ml. mediante un cuidadoso bombeo del fluido de la superficie, (no deberá permitir mas de 20mm debajo de la superficie del fluido a ningún tiempo), debajo de 100ml de la marca de graduación en el embudo separador. Vacíe el restante 100 ml de fluido directamente a un tubo centrífugo.

Centrifúguese el tubo y su contenido por un periodo de 10 a 15 min a una fuerza centrifuga relativa de 700. Archívese el volumen del agua y emulsión separada durante la prueba.

NOTA:

Aun cuando ésta prueba fue desarrollada especialmente por moho y oxidación de aceites, el método puede ser usado para probar aceites de otros tipos, tales como alta viscosidad, aceites circulatorios y aceites para frenos de alta presión, bajo estas condiciones es recomendable que la cantidad de aceite sea reducida a 360ml, la cantidad de agua aumentada a 90ml y la velocidad del motor del agitador reducida a 2500 ± 250 rpm.

10. DUREZA DE LAS GRASAS:

10.1 ENSAYO DE PENETRACIÓN:

Éste ensayo se hace para determinar el grado de resistencia a la penetración (grado N.L.G.I.) que tienen las grasas, de forma similar a la que se mide la dureza de los materiales. La diferencia entre un grado de penetración o "dureza" de una grasa y otra, es muy importante a la hora de elegir una grasa para una determinada aplicación. Por ejemplo, una grasa muy dura no sería adecuada para la lubricación de un rodamiento que gire a elevadas velocidades, porque al ofrecer mayor resistencia, se calentaría demasiado, con los inconvenientes que esto aparece.

El aparato para realizar éste ensayo consiste en un bastidor con una base donde está ubicada la muestra de grasa. Por encima de la muestra está el cono penetrador (de peso, forma y material normalizados), conectado a un reloj comparador que mide en décimas de mm. Una vez posicionada la muestra en la base, se deja por gravedad caer el cono sobre la superficie rasada de la muestra de la grasa, y el reloj medirá la profundidad que penetró el cono en la grasa, de ésta manera, se determina la "dureza" o grado de penetración de las grasas.

Depende la profundidad de penetración se clasifican las grasas en fluidas, blandas y semiduras, sólidas y duras. Un aspecto a tener en cuenta antes de hacer este ensayo, es trabajar la grasa para homogeneizar su masa y además darle una cierta temperatura, similar a la de trabajo.

NLGI	PENETRACIÓN	ESTRUCTURA
000	445/475	Fluida
00	400/430	Casi fluida
0	355/385	Extremadamente blanda
1	318/340	Muy blanda
2	265/295	Blanda
3	220/250	Media
4	175/205	Sólida
5	130/160	Muy sólida
6	85/115	Extremadamente sólida



PRUEBA DE DUREZAS DE GRASA

11. ESTABILIDAD MECÁNICA DE LAS GRASAS:

11.1 DEFINICIÓN:

Estabilidad mecánica de una grasa es su habilidad para resistir el trabajo repetido con un mínimo de cambio en su estructura o consistencia.

El porqué de la prueba ?

La acción de corte en el aparato de pruebas simula el trabajo de la grasa en servicio y el propósito de la prueba es determinar el incremento o decremento relativo en la consistencia de una grasa después que haya sido sometida a 10,000 o mas emboladas desde luego esto es una medida de la estabilidad mecánica del lubricante.

11.2 APARATOS UTILIZADOS:

El aparato consiste de un motor de precisión que mueve el formador de grasa de acuerdo con las normas ASTM teniendo agujeros de 0.632 cm y de 0.158 cm de diámetro, el contador mecánico determina el número de emboladas.

11.3 PROCEDIMIENTO:

El procedimiento para la prueba es colocar la cantidad de grasa requerida (aproximadamente 0.454kg.) en el formador a 25°C, acto seguido se ensambla el aparato usando la base del émbolo con agujeros de 0.632 cm 60 golpes de émbolo preparan la muestra para la lectura de la penetración del cono para una grasa trabajada.

Luego el aparato se vuelve a armar usando la cubierta con agujeros de 0.158 cm en el plato formador y operado para un número designado de golpes de émbolo como lo muestra el contador mecánico.

De 10,000 emboladas es una cantidad moderada de trabajo y el cambio de penetración entre 60 y 10,000 golpes indica el grado de estabilidad mecánica para el lubricante bajo prueba.



APLICANDO GRASA A UN RODAMIENTO

12. PRUEBA DE SANGRADO Y EVAPORACION DE UNA GRASA:

12.1 DEFINICIÓN:

La prueba de sangrado y evaporación mide las pérdidas por separación y evaporación de una grasa bajo condiciones estáticas establecidas.

Porque de la prueba ?

Mide la tendencia de sangrado de las grasas que están almacenadas.

12.2 APARATOS UTILIZADOS:

1. Horno de convección por gravedad manteniéndolo a 100°C
2. Conos de malla No. 60 de tamaño conveniente para ser colocados en un vaso de precipitado de 100 ml.
3. Vaso de precipitados de 100 ml.
4. Balanza de precisión.

12.3 PROCEDIMIENTO:

Pese 10gr. de la muestra de grasa y colóquela dentro de un cono de malla el cual se coloca dentro de un vaso tarado de 100ml. de capacidad.

Ponga el conjunto dentro de un horno de convección por gravedad manteniéndolo por un espacio de 50 horas a una temperatura de 100°C, saque el conjunto ensamblado del horno y enfríelo dentro de un desecador.

La pérdida en el peso de la unidad combinada da una medida de la evaporación de la grasa y el incremento en el peso del vaso da la cantidad de sangrado que ha ocurrido

INTRODUCCION:

La fricción y el desgaste se encuentran siempre presentes en los sistemas y las máquinas. El rozamiento crea una pérdida de energía mecánica (potencia) perjudicial para el mecanismo y que se traduce en un calentamiento de las piezas que estén en contacto, ocasionando desgaste y deformaciones, y eventualmente adhesión (gripaje). En reposo el rozamiento se traduce en un fenómeno de adherencia, que conviene reducir para disminuir los esfuerzos necesarios para la puesta en movimiento. El rozamiento afecta a todos los movimientos relativos entre las piezas:

- Movimiento de traslación por contacto puntual o lineal (correderas, cojinetes lisos, levas, etc.).
- Movimiento de rodamiento por contacto puntual o lineal (cojinetes de rodamientos, engranajes, etc.).
- Movimiento combinado por contacto puntual o lineal (cadenas, etc.).

13. SISTEMAS DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA:

13.1 DEFINICIÓN:

El principio de funcionamiento consiste en utilizar una bomba para repartir grasa o aceite desde un depósito central hacia los puntos de lubricación de forma completamente automática. Éste sistema aporta perfectamente las cantidades de grasa o aceite especificadas por los fabricantes de maquinaria. Todos los puntos de lubricación alcanzados reciben el suministro óptimo de lubricante, reduciendo el desgaste. Como consecuencia se incrementa considerablemente la vida de servicio de los elementos de la máquina y a su vez se reduce el consumo de lubricante.

14. SISTEMAS DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA POR PÉRDIDA DE LUBRICANTE:

14.1 SISTEMA DE LINEA SIMPLE:

14.1.1 APLICACIONES:

Máquinas herramientas, maquinaria de impresión, industria textil, maquinaria de embalaje, etc.

14.1.2 PRINCIPIO:

Los sistemas de lubricación centralizada por línea simple están diseñados para alimentar los puntos de lubricación de la máquina con cantidades relativamente pequeñas de lubricante conforme a las necesidades de los puntos, ya que nos permiten lubricar intermitentemente, aportando una cantidad definida cada vez que se realiza un ciclo. Los dosificadores intercambiables de los distribuidores con distinto caudal nos permiten también repartir el lubricante exacto en cada pulso o ciclo de trabajo de la bomba. El rango medido varía desde 0,01 a 1,5 cm³ por ciclo y por punto de lubricación. Los sistemas de línea simple pueden ser utilizados tanto para aceite como para grasa fluida (NLGI grados 000, 00).

14.1.3 COMPONENTES:

- Bomba (bomba de pistón o bomba de engranaje).
- Distribuidores volumétricos.
- Dosificadores.
- Control y unidad de monitorización dependiendo de la configuración del sistema.

14.4.4 VENTAJAS:

- Planificación simple del sistema.
- Sistema modular.
- Fácilmente ampliable.

14.2 SISTEMA DE LINEA DOBLE:

14.2.1 APLICACIONES:

Los sistemas de línea doble se usan para lubricar máquinas e instalaciones con un gran número de puntos de lubricación, largas distancias y condiciones adversas de funcionamiento. Plantas de generación (turbinas, ventiladores), acerías, fundiciones, trenes de laminado, hornos continuos, minería (roto palas), cintas de transporte, plantas de azúcar (molinos y secadores), industria de la alimentación (líneas envasadoras), industria química, petroquímica, fábricas de cemento, canteras, etc.

14.2.2 PRINCIPIO:

Este sistema de lubricación centralizada, está basado en 2 líneas principales, que son presurizadas y despresurizadas alternativamente. Está diseñado para aceite ISO VG con una viscosidad mayor de 50 mm² también para grasa de hasta grado NLGI 3. Estos sistemas pueden diseñarse para circuitos abiertos en operaciones intermitentes.

14.2.3 COMPONENTES:

- Bomba neumática o eléctrica con depósito o sobre barril.
- Válvula inversora.
- Unidad de control.
- Distribuidores de línea doble.
- Preostatos y dos líneas principales, así como de todos los racores y material necesario para su instalación.

14.2.4 VENTAJAS:

- Elevada seguridad de trabajo gracias a la medida de la diferencia de presión al final de las líneas, así como fácil supervisión.
- Facilidad de cambio en la aportación de grasa a cada uno de los puntos por el uso de distribuidores de línea doble.
- Tamaño del sistema, con posibilidad de más de 1000 puntos de lubricación dentro de un rango de 100 m (longitud de línea efectiva) alrededor de la bomba.
- Seguridad de operación en los puntos de lubricación gracias a que la presión máxima del sistema es de 400 bars.

14.3 SISTEMA PROGRESIVO:

14.3.1 APLICACIONES:

Máquinas de impresión, maquinaria de construcción, maquinaria industrial, prensas, plantas embotelladoras, instalaciones de energía eólica, etc.

14.3.2 PRINCIPIO:

Éstos sistemas reparten aceite o grasa de hasta grado NLGI 2 en operaciones intermitentes, con posibilidad de instalar supervisión central. El lubricante impulsado por la bomba es conducido hacia los distribuidores progresivos, que dividen la cantidad de lubricante según la dimensión de la recámara del pistón y en función de la cantidad de salidas de cada distribuidor. Se pueden realizar

modificaciones de caudal dependiendo de los puntos de engrase intercambiando las secciones de cada distribuidor.

14.3.3 COMPONENTES:

- Bomba.
- Distribuidores progresivos y sistemas de control, así como racores y material auxiliar para el montaje. Las bombas empleadas pueden ser bombas de pistón, operadas neumática o manualmente, o bien bombas eléctricas.

14.3.4 VENTAJAS:

- Sistema versátil de amplia implantación en muy diversos sectores de operación (continuo / intermitente) y adecuación a diferentes lubricantes.
- Monitorización centralizada del funcionamiento de todos los distribuidores a un bajo costo.

14.4 SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE ACEITE;

14.4.1 APLICACIONES:

Grandes prensas, máquinas para la industria papelera, máquinas de impresión, etc.

14.4.2 PRINCIPIO:

Utilizado en máquinas o instalaciones que precisen grandes cantidades de aceite para la lubricación e intercambio de calor, necesitando en muchas ocasiones un flujo constante de lubricante.

14.4.3 COMPONENTES:

- Bombas de tornillo o engranajes.
- Limitadores de flujo.
- Caudalímetros.
- Divisores de caudal y / o distribuidores progresivos.

14.4.4 VENTAJAS:

- Ajuste individual del caudal volumétrico.
- Control en tiempo real y medida del caudal independiente de la viscosidad.
- Diseño modular y facilidad de combinación.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil monitorización.

15. SISTEMAS DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA DE CIRCUITOS MÚLTIPLES:

15.1 SISTEMA PARA LUBRICACIÓN HIDROSTÁTICA:

15.1.1 APLICACIONES:

Guías y cojinetes en máquinas herramientas.

15.1.2 PRINCIPIO:

Las bombas de circuito múltiple garantizan un flujo constante de aceite incluso en casos de contrapresiones irregulares. Cada punto de lubricación constituye un circuito independiente de la bomba. El aceite descargado forma una película extremadamente fina de lubricante. La pieza se levanta unos pocos μm y literalmente flota a través del lecho de la máquina. La elección de la medida de los huecos de lubricación hace posible que mantenga la presión en el hueco dentro de los límites designados. Se usa un aceite con una viscosidad promedio, con excepción de unas pocas tareas especiales.

15.1.3 COMPONENTES:

- Bombas de engranaje o circuito múltiple.
- Válvulas de seguridad, distribuidores.
- Líneas principales y secundarias.

15.1.4 VENTAJAS:

- Cojinetes sin holguras.
- Movimiento libre de tirones.
- Corriente de bajo ruido.
- Libre de desgaste.

16. SISTEMA PARA LUBRICACIÓN DE CADENAS:

16.1 APLICACIONES:

La industria del automóvil utiliza tanto cadenas de arrastre como cadenas transportadoras en líneas de pintura, hornos, línea de chapa, montaje, sistemas de transporte, etc. La industria alimenticia utiliza cadenas para sistemas de esterilización, mataderos, hornos, transportadores de botellas y envasadoras, etc. Las cadenas se usan en multitud de industrias: construcción, madera, rotativas, etc.



LUBRICACION DE CADENA POR MEDIO DE ACEITE

16.2 PRINCIPIO:

Se puede aplicar el aceite directamente al exterior (sistemas UC), inyectar la grasa dentro de los rodillos de los transportadores con la ayuda de un sistema de transporte (sistema GVP) o con un rociado de aerosol directamente a los puntos de lubricación (Vectolub).

Opcionalmente se puede elegir un sistema de control para monitorizar la cantidad exacta de lubricante, incluso cuando la cadena está en movimiento.

- Sistemas UC: Una bomba electromagnética de pistón alimenta las toberas de aceleración con aceite, que reparten cantidades exactas (20, 40 o 60 mm³) directamente en el punto de lubricación.
- Sistemas GVP: Un detector de proximidad detecta el paso de la cadena y acciona una cabeza de inyección alimentada desde una bomba que lubrica dentro del punto de engrase del rodillo del carro transportador (0,35 a 1 cm³).
- Vectolub: El lubricante suministrado por una micro bomba se mezcla con una corriente de aire a presión en la tobera de proyección. Esto produce micro partículas de aceite que son transportadas por la corriente de aceite al punto de fricción sin la formación de niebla.

16.3 VENTAJAS:

- Lubricación automática completa de la cadena sin interrupciones.
- Cantidades medidas de lubricante.
- Estudios personalizados de procesos de lubricación.
- Lubricación precisa y ecológica.

17. SISTEMAS DE LUBRICACIÓN POR CANTIDADES MÍNIMAS:

17.1 SISTEMA DE LUBRICACIÓN POR AIRE COMPRIMIDO:

17.1.1 APLICACIONES:

Herramientas neumáticas, cilindros y actuadores, herramientas de corte, unidades de avance, cojinetes, rodamientos, electrodos para soldadura. Otros posibles usos son la lubricación por pulverización sobre el punto o con cepillos:

- Pulverización con aire (ensamblaje de herramientas).
- Engrase de pequeñas partes (líneas de producción).
- Lubricación de cadenas.

17.1.2 PRINCIPIO:

Los inyectores de aceite y las micro bombas miden y reparten el lubricante. La mezcla del aceite con el aire se realiza en el momento de inicio de la circulación del flujo. La cantidad de aceite se ajusta con el casquillo dosificador del inyector. La micro bomba puede usarse para una gran cantidad de sistemas de lubricación.

17.1.3 VENTAJAS:

- Cantidad óptima para cada punto de lubricación independientemente de la longitud de línea y sección.
- Suministro de lubricante desde un depósito central, incluso a través de una línea con aceite a presión en el caso de cabezas inyectoras.
- Los elementos de regulación pueden actuar individualmente o por grupos.
- Rápidas cadencias de pulsos.
- Medidas reducidas.
- Ecológico: No hay aceite en el aire extraído.

17.2 SISTEMA MOL INTERNO

17.2.1 APLICACIONES:

Tornos, fresas, mandrinadoras, taladros, centros de mecanizado de alta velocidad y precisión, sierras y trazadoras, etc.

17.2.2 PRINCIPIO:

Con éste sistema se produce un aerosol en el depósito del equipo y se alimenta a través del husillo de la herramienta. El aceite suministrado se evapora sin dejar residuo cuando se alcanza el punto óptimo de operación. La lubricación por cantidades mínimas es la alternativa limpia al mecanizado húmedo tradicional y el camino ideal para ofrecer mecanizado en seco. En lugar de los lubricantes acuosos de refrigeración convencionales (emulsiones, soluciones) se utilizan biolubricantes sin base acuosa. Se puede estudiar la optimización de procesos especiales de mecanizado con la ayuda de aditivos.

17.2.3 VENTAJAS:

- No se requieren lubricantes refrigerantes.
- Se pueden eliminar todos los componentes de la máquina herramienta relacionados con las taladrinas (filtros, sistemas de bombeo, etc.).
- Sin costos añadidos para la limpieza de las virutas y lubricantes refrigerantes.
- No hay necesidad de limpiar las piezas mecanizadas.

Mejora de productividad

- Importante reducción del tiempo de operación (30 a 50 %).
- Mayor eficacia de corte.
- Puede aumentar la vida de la herramienta hasta un 300%.
- Control más fiable de los procesos de producción.

Explotación de las ventajas tecnológicas

- Soluciones para los fabricantes de máquina herramienta y fácil retrofit.

- Posibilidad de uso paralelo de mecanizado húmedo y en seco.
- No se requieren cambios en el diseño de los husillos.
- Mejor acabado superficial de las piezas.

17.3 SISTEMA MOL EXTERNO:

17.3.1 APLICACIONES:

Herramientas de corte y conformado.

17.3.2 PRINCIPIO:

Con la lubricación externa por cantidades mínimas se atomiza cantidades exactas de lubricante junto con aire comprimido. Esto produce micropartículas que las cuales son transportadas a los puntos de fricción a través de un chorro de aire a presión.

El lubricante bajo presión y el aire comprimido se transporta hasta la tobera pulverizadora a través de tuberías coaxiales de manera continua y por separado. La generación de las micropartículas tiene lugar en la salida de la tobera. El lubricante se pulveriza y entra como partículas extremadamente finas con el caudal del aire comprimido. Éste aire a presión transporta estas micropartículas hasta el punto de fricción con precisión y exactitud. La regulación de las cantidades requeridas de lubricante y aire pulverizado, así como el ajuste de la presión dentro del depósito de lubricante se hacen manualmente con la ayuda de válvulas de control.

17.3.3 COMPONENTES:

- Inyectores de aceite.
- Depósito: cuando el sistema requiere pocos puntos de lubricación, es posible combinar varias cabezas inyectoras con un depósito de lubricante central.
- Componentes de aceite.
- Componentes de aire y toberas de pulverización. Esos componentes se pueden instalar por separado o en carcasas previamente preparadas

17.3.4 VENTAJAS:

- La adaptación de máquinas herramientas convencionales es económica.
- Sin goteos en la tobera tras la aplicación.
- Se pueden alcanzar grandes distancias de pulverización (hasta 300 mm).
- Sin creación de nieblas de aceite.

18. LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA:

Mantener una capa de líquido intacta entre superficies que se mueven una respecto de la otra, se logra generalmente mediante el bombeo del aceite. Entre un cigueñal y su asiento existe una capa de aceite que hace que el cigueñal flote. El espesor de esta capa depende de un balance entre la entrada y la salida de aceite.

El espesor de equilibrio de la capa de aceite se puede alterar por:

- Incremento de la carga, que expulsa aceite
- Incremento de la temperatura, que aumenta la pérdida de aceite
- Cambio a un aceite de menor viscosidad, que también aumenta la pérdida de aceite
- Reducción de la velocidad de bombeo, que disminuye el espesor de la capa

La lubricación de un cigueñal que rota dentro de su bancada es un ejemplo clásico de la teoría de la fricción hidrodinámica, como fue descrita por Osborne Reynolds en 1886. La teoría asume que bajo estas condiciones, la fricción ocurre solamente dentro de la capa fluída, y que es función de la viscosidad del fluído.

19. LUBRICACIÓN ELASTO-HIDRODINÁMICA:

A medida que la presión o la carga se incrementan, la viscosidad del aceite también aumenta. Cuando el lubricante converge hacia la zona de contacto, las dos superficies se deforman elásticamente debido a la presión del lubricante. En la zona de contacto, la presión hidrodinámica desarrollada en el lubricante causa un incremento adicional en la viscosidad que es suficiente para separar las superficies en el borde de ataque del área de contacto. Debido a esta alta viscosidad y al corto tiempo requerido para que el lubricante atraviese la zona de contacto, hacen que el aceite no pueda escapar, y las superficies permanecerán separadas.

La carga tiene un pequeño efecto en el espesor de la capa, debido a que a estas presiones, la capa de aceite es más rígida que las superficies metálicas. Por lo tanto, el efecto principal de un incremento en la carga es deformar las superficies metálicas e incrementar el área de contacto, antes que disminuir el espesor de la capa de lubricante.



LUBRICADOR DE NIVEL CONSTANTE

Mantiene el apropiado nivel del aceite. La mirilla de observación y el indicador de nivel son usados para observar el nivel de aceite en la carcaza.



LUBRICADOR POR GRAVEDAD

Provee continua lubricación a cojinetes, engranajes y cadenas. Posee sistema ajustable de goteo, diferentes tamaños de reservorio y opcional control solenoide para encendido o apagado automático.



ACEITERAS TIPO ALERTA

Estas aceiteras son montadas en la parte central donde se desea mantener el nivel de aceite constante. El diseño de los sistemas cerrados previenen la contaminación y derramamiento. No se requiere línea de venteo, el montaje central para niveles de aceite constante no requiere aceite. Las mirillas integradas eliminan partes adicionales:

- Cuerpo disponible en aluminio, plástico o acero inoxidable.
- Recipiente en vidrio o plástico.

20. ESPECIFICACIONES DE ACEITE PARA MOTORES AUTOMOTRICES:



FOTO MOTOR CHEVY 350

Las clasificaciones de Servicio API para aceites de motor fueron originalmente creadas por el Instituto Americano del Petróleo (API).

Este sistema incluía tres clasificaciones de servicio de motores a nafta, ML, MM y MS, y dos clasificaciones para motores diesel, DG y DS. Una tercer clasificación diesel, DM, se agregó más tarde, y en 1969 se desechó la clasificación ML para motores a nafta. Sin embargo, ciertas dificultades inherentes al sistema resultaron en un esfuerzo combinado de API, ASTM (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales) y SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) para desarrollar un nuevo sistema que pudiera ser más efectivo en la comunicación del desempeño de un aceite de motor y en la información de la clasificación de servicio de un motor entre las industrias petrolera y automotriz.

Este sistema, finalizado durante 1970, consiste de dos categorías, S (Service Station: estación de Servicio) y C (Commercial: Comercial), se describe en el boletín API 1509 y en la publicación de práctica recomendada SAE J183. La tabla 1 muestra las categorías de servicio API.

El sistema de clasificación API: Éste sistema es abierto, de manera que puedan agregarse clasificaciones adicionales cuando sea necesario. Cuando los

comercializadores de aceites o fabricantes de motores utilizan las designaciones con letras para indicar el servicio para el cual son adecuados o requeridos los aceites, se intenta que sean precedidos por las palabras "Servicio API".

Para ilustrar, un aceite para motores a nafta adecuado para utilizarse en automóviles nuevos bajo servicio de garantía será referido como "para Servicio API SJ". Si los aceites son adecuados para más de un servicio, entonces ambos se designan, por ejemplo: "para categorías API CG-4/SJ".

Existe una relación entre las clasificaciones de servicio API y algunas de las especificaciones anteriores. Estas relaciones resultan del hecho que además de las clasificaciones de servicio, también hay requerimientos mínimos de desempeño para cada clasificación definidos en términos de desempeño en motores de ensayo (tablas 2 y 3).

Estos motores de ensayo para cada clasificación incluyen todos aquéllos requeridos para las designaciones correspondientes, o alternativas aceptables. Así, por ejemplo, los requerimientos de ensayos en motores para el servicio API SJ incluyen todos los requisitos de ensayos en motor para la especificación Ford M2C153-G, y los niveles mínimos de desempeño en esos ensayos son al menos iguales que aquéllos requeridos en la especificación Ford.

Este enfoque de proveer una definición complementaria de los requisitos mínimos de desempeño para las clasificaciones de servicio provee al usuario con una mayor seguridad de que los aceites marcados como adecuados para una clasificación de servicio particular proveerán un nivel de desempeño aceptable en servicio. Sin embargo, pueden aún existir diferencias de desempeño en tres distintos aceites designados para el mismo servicio, ya que muchos aceites se formulan (y se formularán) para exceder los niveles mínimos de desempeño. Esto, por supuesto, proveerá beneficios adicionales en el servicio.

21. CATEGORÍAS DE SERVICIO:

21.1 CATEGORÍA DE SERVICIO API:

TABLA 1: CATEGORIAS DE SERVICIO API

<u>Motores a nafta</u>	<u>Motores Diesel</u>
SA -Obsoleta para motores antiguos, sin requisitos de desempeño. Usar sólo cuando está recomendado específicamente por el fabricante.	CA -Obsoleta para motores de servicio ligero. (1940s y 1950s)
SB -Obsoleta para motores antiguos. Usar sólo cuando está recomendado específicamente por el fabricante.	CB -Obsoleta para motores de servicio moderado desde 1949 a 1960.
SC -Obsoleta para motores de 1967 o más antiguos.	CC -Obsoleta para motores introducidos en 1961.
SD -Obsoleta para motores de 1971 o más antiguos.	CD -Obsoleta introducida en 1955. Para ciertos motores naturalmente aspirados y turbocargados.
SE -Obsoleta para motores de 1979 o más antiguos.	CD-II Obsoleta, introducida en 1987. Para motores de dos tiempos.
SF -Obsoleta para motores de 1988 o más antiguos.	CE -Obsoleta, introducida en 1987. Para motores de cuatro tiempos de alta velocidad, naturalmente aspirados y turbocargados. Puede utilizarse en lugar de aceites CC y CD.
SG -Obsoleta para motores de 1993 o más antiguos.	CF-4 -Actual, introducida en 1990. Para motores de cuatro tiempos de alta velocidad,

	naturalmente aspirados y turbocargados. Puede utilizarse en lugar de aceites CE.
SH -Introducida en 1993. Descontinuada en los símbolos de servicio API excepto cuando es usada en combinación con ciertas categorías C.	CF -Actual, introducida en 1994. Para motores diesel fuera de carretera, de inyección indirecta y otro tipo, incluyendo aquellos que utilizan combustible con más de 0,5% en peso de azufre. Puede utilizarse en lugar de los aceites CD.
SJ -Actual, introducida en octubre de 1996. Para todos los motores actuales.	CF-2 -Actual, introducida en 1994. Para motores de dos tiempos, de trabajo pesado. Puede utilizarse en lugar de aceites CD-II.
	CG-4 -Actual, introducida en 1995. Para motores de cuatro tiempos de trabajo pesado que usen combustible con menos de 0,5% en peso de azufre. Puede usarse en lugar de aceites CD, CE y CF-4.
	CH-4 -Introducida en 1998. Motores diesel de trabajo severo. Se utiliza en lugar de CG-4. Se enfatizan las emisiones y los períodos de cambio extendidos.

Nota: Cada categoría de servicio naftero excede las propiedades de desempeño de las categorías previas y puede utilizarse en su lugar. Por ejemplo, un aceite SJ puede utilizarse para cualquier categoría "S" previa.

TABLA 2 SISTEMA DE CLASIFICACIONES DE ACEITES DE MOTOR PARA SERVICIO EN MOTORES NAFTEROS AUTOMOTRICES.

"S" - ACEITES DE SERVICIO

CATEGORIAS DE SERVICIO API MOTORES NAFTA	CATEGORIAS DE SERVICIO API PREVIAS	DEFINICIONES INDUSTRIALES	ENSAYOS REQUERIDOS
SA	ML	Aceite mineral puro	ninguno
SB	MM	Aceite inhibido	CRC L-4* o
SC	MS (1964)	Modelos 1964	L-38; Secuencia IV* CRC L-38; Secuencia IIA* Secuencia IIIA* Secuencia IV* Secuencia V* Caterpillar L-1* (combustible con 1% de azufre)
SD	MS (1968)	Modelos 1968	CRC L-381 Secuencia IIB* Secuencia IIIB* Secuencia IV* Secuencia VB* Falcon Rust *
SE	Ninguna	Modelos 1972	Caterpillar L-1* o 1H* CRC L-38; Secuencia IIB* Secuencia IIIC* o

			IIID*
			Secuencia VC* o VD*
SF	Ninguna	Modelos 1980	CRC L-38;
			Secuencia IID-
			Secuencia IIID*
			Secuencia VD*
SG	Ninguna	Modelos 1980	CRC L-381
			Secuencia IID
			Secuencia IIIE
			Secuencia VE
			Caterpillar 1H2
SH	Ninguna	Modelos 1994	CRC L-38
			Secuencia IID
			Secuencia IIIE
			Secuencia VE
SJ	Ninguna	Modelos 1997	CRC L-38
			Secuencia IID
			Secuencia IIIE
			Secuencia VE

*Ensayos obsoletos

21.3 CLASIFICACIÓN DE ACEITES DE MOTORES DIESEL:

TABLA 3 SISTEMA DE CLASIFICACION DE ACEITES DE MOTOR PARA SERVICIO EN MOTORES DIESEL COMERCIALES

"C" - ACEITES COMERCIALES:

Categorías de servicio para motores comerciales	Categorías de servicio previas	Designaciones Industriales	Requisitos militares de ensayo en motores
CA	DG	MIL-L-2104A	CRC L-38 Caterpillar L-1* (0.4% azufre)
CB	DM	MIL-L-2104A, Suplemento 1	CRC L-38 Caterpillar L-1* (0.4% azufre)
CC	DM	MIL-L-2104B MIL-L-45152B	CRC L-38 Secuencia IID Caterpillar 1H2*
CD	DS	MIL-L-45199B, Serie 3 MIL-L-2104C/D/E	CRC L-38 Caterpillar 1G2
CD-II	None	MIL-L-2104D/E	CRC L-38 Caterpillar 1G2 Detroit Diesel 6V53T
CE	None	Ninguna	CRC L-38 Caterpillar 1G2 Cummins NTC-400 Mack T-6; Mack T-7
CF-4	None	Ninguna	CRC L-38

			Cummins NTC-400
			Mack T-6; Mack T-7
			Caterpillar 1K
CF-2	None	Ninguna	CRC L-38
			Caterpillar 1M-PC
			Detroit Diesel 6V92TA
CF	None	Ninguna	CRC L-38
			Caterpillar 1M-PC
CG-4	None	Ninguna	CRC L-38
			Secuencia IIIE
			GM 6.2L
			Mack T-8
			Caterpillar 1N
CH-4	None	Ninguna	CRC L-38
			(Tentativo) CAT 1P
			GM 6.5L
			Mack T-9
			Cummins M11

*Los ensayos Caterpillar L-1 y 1H2 son obsoletos

22. ESPECIFICACIONES ILSAC:

Además de las categorías de servicio API, el Comité Internacional de Estandarización y Aprobación de Lubricantes (ILSAC) en conjunto con los fabricantes de automóviles crearon la serie GF (gasoline fueled) para automóviles de pasajeros. Las categorías "GF" están diseñadas principalmente para medir beneficios de economía de combustible de aceites de motor pero también contemplan otras áreas críticas de desempeño. La introducción inicial de la serie "GF" fue en 1992. La primer categoría fue la GF-1 y utilizó el motor de ensayo de la Secuencia VI (Buick V-6 1986) y requería una mejora de economía de combustible de 1,5% o mayor para colocar "Energy Conserving" bajo el símbolo API. Si las mejoras en economía de combustible es 2,7% o mejor, podía colocarse "Energy Conserving II" y conseguir una licencia GF-1 Starburst. Las mejoras de economía de combustible se miden contra un aceite de referencia en un ensayo standard. La norma ILSAC GF-2 se introdujo en 1996 y utiliza el motor de ensayo de la secuencia VIA (Ford 4,6L V-8 1993). Con la introducción de GF-2, se eliminó la categoría "Energy Conserving II" y reemplazada por un simple "Energy Conserving". La licencia Starburst para un aceite GF-2 requiere una mejora de 0,5% en economía de combustible para aceites 10W-30 o una mejora de 1,1% para aceites 5W-30. La norma GF-3 está en etapas iniciales. Se utilizarán varios nuevos ensayos de banco para evaluar candidatos, y se medirá economía de combustible, emisiones y mejoras en el desempeño del aceite.

23. ESPECIFICACIONES EUROPEAS DE ACEITES DE MOTOR:

23.1 ESPECIFICACIÓN ACEA:

La Asociación de Constructores Europeos de Automóviles (ACEA) ha introducido nuevas secuencias para aceites de motor en enero de 1996. Estas nuevas secuencias ACEA reemplazan las especificaciones CCMC (Comité de Constructores del Mercado Común) previamente utilizadas por los fabricantes europeos. Las secuencias ACEA actualmente cubren tres tipos de motores y aplicaciones: secuencia "A" para aceites para motores a nafta, Secuencia "B" para aceites para motores diesel ligeros y Secuencia "E" para aceites para motores diesel pesados. La tabla 4 muestra los ensayos de motor utilizados para cada una de las secuencias actuales. Para estas secuencias se introdujeron cinco nuevos ensayos de motor para ayudar a identificar las características de desempeño por sobre las viejas normas CCMC. Además de las secuencias de 1996, ACEA creó dos nuevas categorías para 1998. Estas son "B4" para automóviles diesel con inyección directa y "E4" para motores diesel de muy alta performance.

TABLA 4: SECUENCIAS ACEA DE ACETES DE MOTOR:



PELICULA DE DE ACEITE EN PIÑON DE ATAQUE Y CORONA

23.2 MOTORES EUROPEOS A NAFTA:

<u>Secuencia</u>	<u>Ensayo de motor</u>	<u>Parámetro de desempeño</u>	
A1-98	Secuencia IIIE	Oxidación a alta temperatura	
A2-98	CEC-L-55-T-95	Depósitos a alta temperatura,	
A3-98		Pegado de aros, Espesamiento de aceite	
	Secuencia VE	Barros a baja temperatura	
	CEC-L-38-A-94 (TU3M)	Desgaste de tren de válvulas	
	CEC-L-53-T-95 (M111)	Barro negro	
	CEC-L-55-T-95 (M111)	Economía de combustible	
Motores	diesel	europesos	livianos
B1-98	CEC-L-46-T-93 (VW 1.6TC D)	Pegado de aros, Limpieza de pistón	
B2-98	CEC-L-56-T-95 (XUD11ATE)	Viscosidad a temperatura media	
B3-98	CEC-L-51-T-95 (OM 602A)	Desgaste	
B4-98	CEC-L-78-T-97 (VW DI)(only B4-98)	Limpieza de pistón	
Motores	diesel	europesos	de servicio pesado
E1-98	CEC-L-42-A-92 (OM 364A)	Pulido de camisa, Limpieza de pistón	
E2-98	CEC-L-51-T-95 (OM 602A)	Desgaste	
E3-98	Mack T-8	Hollín	
E4-98	CEC-L-52-T-97 (OM 441LA)(only E4-98)	Pulido de camisa, Dep. en turbo	

24. ESPECIFICACIONES MILITARES NORTEAMERICANAS:

En el pasado, el ejército de EE.UU. tenía la exclusiva responsabilidad de emitir especificaciones para ser utilizados en vehículos militares. Sin embargo, de manera de proveer estandarización a los aceites lubricantes utilizados en muchos vehículos comerciales operados por otras ramas del gobierno, al ejército se le dió también la responsabilidad de preparar una especificación para esos vehículos.

Por más de 50 años, el ejército de EE.UU. desarrolló y mantuvo especificaciones para lubricantes para ser utilizados en equipos militares. A estas especificaciones comúnmente se les llama normas MIL. Actualmente, algunas normas MIL se están convirtiendo a descripciones comerciales (ID: Commercial Item Description) y a especificaciones de desempeño. Aún siguen siendo especificaciones enteramente militares. Existen planes para remitir las más de 5 millones de especificaciones de lubricantes a un grupo técnico civil para desarrollar y mantener los lubricantes necesarios para satisfacer todas las ramas militares. Se está formando un equipo de tareas SAE-Militares-Industrias para revisar la posibilidad de formar un comité para manejar las especificaciones militares actuales y futuras y su potencial correlación con las especificaciones API, ACEA, ILSAC u otras. Esto se publicará posiblemente como un número "SAE J".

A continuación se brindan breves descripciones de las especificaciones actuales de aceites de motor, junto con especificaciones obsoletas que aún pueden estar en uso como referencias de desempeño.

U.S. Military Specification MIL-PRF-2104G. Ésta especificación describe a los aceites lubricantes para motores de combustión interna utilizados en servicio de combate táctico. No existe una especificación API o ILSAC comparable. El equivalente aproximado API para esta clasificación es CG-4, CF y CD-II.

CID A-A-52306^a. Ésta especificación describe a los aceites lubricantes para motores diesel pesados usados en vehículos no rastreados. El equivalente aproximado API para esta especificación es CG-4, CF y CF-2.

CID A-A-52039 B Ésta especificación describe a los aceites lubricantes para ser usados en motores nafteros militares. Es equivalente a una categoría API SH y será pronto actualizada a SJ.

U.S. Military Specification MIL-PRF-46167. Ésta especificación describe aceites lubricantes para utilizarse en condiciones árticas.

U.S. Military Specification MIL-PRF-21260 Ésta especificación describe aceites preservativos para ser utilizados en equipos que estén almacenados durante mucho tiempo.

U.S. Military Specifications MIL-L-2104 D through F (Obsoleta). Ésta especificación para aceites lubricantes de motores de combustión interna usados en combate táctico fue sobrepasada por la MIL-PRF-21046.

U.S. Military Specification MIL-L-46152 (Obsoleta). Ésta especificación describía aceites tanto para vehículos nafteros como diesel en vehículos comerciales utilizados por las flotas militares y federales. En contraste con especificaciones militares anteriores, pone especial énfasis en desempeño en motores nafteros, además de desempeño en diesel. Los requisitos de desempeño en motores nafteros son los mismos que en la categoría API SE, y los requisitos para motores diesel son los mismos que la previa MIL-L-2104B (Servicio API CC): Cubre aceites en las viscosidades SAE 10W, 30, y 20W-40.

U.S. Military Specification MIL-L-2014C (Obsoleta). Ésta especificación describía aceites para motores diesel y nafteros en flotas de vehículos tácticos militares. Los requisitos para motores diesel son similares a la anterior especificación militar MIL-L-45199B (Servicio API CD). Se requiere un desempeño en motores nafteros, en las secuencias IID y VD a un nivel aproximadamente intermedio

entre las categorías API SC y SD. Los militares norteamericanos operan muy pocos vehículos nafteros en servicio táctico, de manera que los requisitos de desempeño de motores a nafta se fijaron en un nivel moderado para proveer un desempeño adecuado sin el riesgo de comprometer los severos requisitos diesel deseados.

MIL-L-2104A (Obsoleta, 1 de Diciembre de 1964) Los requisitos de desempeño de ésta clasificación eran los mismos que ahora se requieren para servicio API CA.

Suplemento 1 Esta terminología data de la época de la especificación del ejército estadounidense 2104B que precedió a la MIL-L-2104A. Los requisitos de desempeño para un Suplemento 1 eran los mismos ahora requeridos para un servicio API CB.

MIL-L-45199B (Obsoleta 20 de Noviembre de 1970) Los requisitos de desempeño de esta especificación eran los mismos que los actualmente requeridos para un servicio API CD.

25. LUBRICANTES PARA SISTEMAS DE ENGRANES EN PROCESOS INDUSTRIALES:

25.1 FUNCIONES DE LOS ENGRANES:

- Reducen o aumentan la velocidad
- Transmiten potencia
- Cambian la dirección del movimiento

25.2 FORMAS BÁSICAS DE LUBRICACION:

- Régimen hidrodinámico (película fluida)
- Régimen elastohidrodinámico
- Régimen limítrofe

25.3 LUBRICACION HIDRODINÁMICA:

- Superficies separadas por una película fluida de lubricante
- Altas velocidades y bajas cargas
- Típico en reductores de turbinas compresores

25.4 LUBRICACIÓN ELASTOHIDRODINÁMICA:

En ciertos casos la lubricación hidrodinámica es aumentada por la lubricación elastohidrodinámica.

La lubricación elastohidrodinámica se presenta en mecanismos en los cuales las rugosidades de las superficies de fricción trabajan siempre entrelazadas y nunca llegan a separarse. En éste caso el lubricante se solidifica y las crestas permanentemente se están deformando elásticamente. El control del desgaste y el consumo de energía depende de la película adherida a las rugosidades.

La definición de la lubricación Elastohidrodinámica se puede explicar así:

- **Elasto:** elasticidad, ó sea que la cresta de la irregularidad en el momento de la interacción con la cresta de la otra superficie se deforma elásticamente sin llegar al punto de fluencia del material;
- **Hidrodinámica:** Ya que una vez que ocurre la deformación elástica de las piezas, la película de aceite que queda atrapada entre las rugosidades forma una película hidrodinámica de un tamaño microscópico mucho menor que el que forma una película hidrodinámica propiamente dicha. En la lubricación hidrodinámica el espesor de la película lubricante puede ser del orden de 5 mm en adelante, mientras que en la elastohidrodinámica de 1 mm ó menos. Normalmente esta lubricación está asociada con superficies no concordantes y con la lubricación por película fluida.

25.5 ELASTOHIDRODINÁMICA:

- Mayor parte de las superficies separadas por lubricante
- Contacto solo en las asperezas
- Velocidades y cargas medianas
- Mayoría de los vehículos y aplicaciones industriales

25.6 EFECTO DE LA ALTA VISCOSIDAD:

- Mayor batido
- Mayor resistencia a la fricción
- Mayor consumo de energía
- Falta de flujo de lubricante a las piezas críticas

25.7 EFECTO DE LA BAJA VISCOSIDAD:

- Película delgada de fluido
- Disminuye la capacidad de carga
- Permite el contacto de asperezas
- Genera desgaste
- Aumenta la temperatura



RODAMIENTOS SOBRE GRASA

26. PRODUCTOS PARA AERONAVES:

26.1 ACEITE DE MOTOR:

Movil jet oil 254	Es un aceite lubricante sintético, diseñado para lubricar los mas avanzados diseños de tubería de avión en servicio comercial y militar
Movil jet oil II	Es un aceite importado , esta diseñado para la lubricación de turbinas de avión de mas alto desempeño y mas resiente diseño.
Movil Aereo Serie band SAE 50 y 60	Son aceites minerales puros, diseñados para motores de avión a pistón.

26.2 FLUIDOS HIDRÁULICOS:

Movil Aero HFF	Es un fluido hidráulico que le proporciona viscosidad adecuada, excelentes propiedades a bajas temperaturas y buena estabilidad química.
----------------	--

26.3 GRASAS:

Movilgrease 28	Es una grasa lubricante sintética importada.
----------------	--

27. PRODUCTOS PARA PROCESAMIENTO DE METALES:

27.1 FLUIDOS DE CORTE –SOLUBLES:

Mobilmet 101 API 22.6 Viscosidad CST 40 a 100°C	Es un aceite soluble en agua para maquinado de metales en operaciones como torneado, fresado , roscado, esmerilado, taladrado, mandrilado, cortes con sierra.
Prosol 77 API 28 Viscosidad CST 40 a 100°C	Es un aceite soluble en agua para maquinado de metales en operaciones como torneado, fresado , roscado, esmerilado, taladrado, mandrilado, cortes con sierra.

27.2 FLUIDOS DE CORTE – NO SOLUBLES:

Mobilmet Letra Griega Sigma API = 30.4 Viscosidad 40 a 100°C Gamma API =29.8 Viscosidad 40 a 100°C	Sirve para los mismos maquinados anteriores, pero con un aditivo que produce lubricación superior, lo cual aumenta la duración de la herramienta.
EXC 24 API 28 Viscosidad CST 40 a 100°	Es un aceite no soluble en agua diseñado para el corte y maquinado de metales en todas aquéllas operaciones en donde las condiciones anti-desgaste, anti-soldantes y de reducción de calor son requeridas.
EXC 64 API 28 Viscosidad CST 40 a 100°C	Aceite no soluble para aquéllas operaciones donde el maquinado que se requiere lubricar en piezas y herramientas sea para evitar terminados defectuosos.

28. ACEITES PARA TEMPLADO DE METALES:

Movilthrm D	Es un aceite para templado de metales que corresponde a los productos minerales puros de naturaleza parafínica, color claro y baja viscosidad. Su rango de aplicación es muy amplio ya que corresponde a temperaturas de de 1°C hasta 300°C.
-------------	--

29. PRODUCTOS ESPECIALES Y DE PROCESOS:

29.1 ACEITES DE PROCESOS:

Prores 36	Es un aceite de composición parafínica, color claro y baja viscosidad, su mayor aplicación se encuentra en la industria llantera, donde hay una compatibilidad con el caucho butílico.
Movilsol L	Es un aceite mineral de baja viscosidad y su mayor aplicación es como plastificante secundario en el proceso de producción de PVC.
EXC 485	Formulado con bases parafínicas especiales de alta viscosidad y alto punto de inflamación y su mayor utilización es como plastificante suavizador en la industria del cuero para facilitar su curtido.
Codisol 925 A	Se ha formulado con solventes especiales con el fin de proteger las cuchillas de afeitar contra la oxidación.
Naprex 948	Es un aceite secundario y tiene múltiples usos en la industria del caucho, tanto para productos industriales como para anillos y sellos.

29.2 CERAS:

Parafina Macro Y Micro	Es una cera parafínica totalmente refinada, tienen una gran variedad de aplicación tales como , aglomerante en cerámica componente de adhesivos etc.
Movilcer A	Es una dispersión de finísimas partículas de cera en agua. Se aplica en procesos de recubrimientos y encolados en madera, papel, cerámica, plásticos, goma etc.

30. PRODUCTOS MARINOS:



LUBRICACION DE BALERO

30.1 ACEITES DE MOTOR:

Movilgard 1 CHS SAE 40 SAE 15w - 40	Para motores diesel marinos e industriales de media y alta velocidad. Diseñados para motores de alta potencia que utilizan combustibles destilados.
Movilgard 300 SAE 30	Para motores marinos diesel de alta potencia
Movilgard serie12 API CD SAE 30 Y 40	Diseñado para lubricar el cárter de los cilindros de los motores diesel marinos
Movilgard serie30 SAE 30 y 40	Para motores diesel marinos de 2 y 4 tiempos
Movilgard serie 40 SAE 30 Y 40	Lubricantes para motores marinos para trabajos severos, con excelente protección contra el desgaste de partes.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACIN, PEDRO: LUBRICACIÓN INDUSTRIAL Y AUTOMOTRIZ.
EDITORIAL OMEGA.

AUSTIN, GEORGE: MANUAL DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA
INDUSTRIA.

WITTEFF, HAROLD A. REUBEN, BRYAN G: PRODUCTOS QUÍMICOS
ORGÁNICOS INDUSTRIALES. VOLUMEN II. EDITORIAL LIMUSA.

HTTP // WWW. LUBES. COM. MX.

HTTP // WWW.SHELL.COM.

**HTTP// WWW.MONOGRAFÍAS.COM/TRABAJOS16/GRASAS
LUBRICANTES/SHTML**

**PRINCIPALES PRUEBAS DE GRASAS LUBRICANTES, PRUEBA DE
EMULSIÓN DE AGUA Y PRUEBA DE DEMULSIBILIDAD DINÁMICA. AUTOR:
ING. MARÍA ELENA GARZA GONZÁLEZ DE NOVIEMBRE - 1973.**

**PRUEBA DE ESTABILIDAD A LA ROTACIÓN DE UNA GRASA. ING. ROMEO
GUTIERREZ DE LA GARZA -JULIO DE 1974.**

**PRINCIPALES PRUEBAS DE GRASAS LUBRICANTES, PRUEBA DE
ARRASTRE DE AGUA PARA GRASAS LUBRICANTES Y PRUEBA DE
DEMULSIBILIDAD ESTÁTICA.**

ING. SANTIAGO HUERTA ROBLES. Noviembre de 1973

GLOSARIO

ANTIESPUMANTE: ADITIVO QUE SE EMPLEA PARA DISMINUIR LA TENSIÓN SUPERFICIAL DE LOS LÍQUIDOS QUE DEBEN SER AGITADOS. SIN FORMAR ESPUMA, DURANTE UN PROCESO QUÍMICO.

ANTICORROSIVO: SUSTANCIA QUE SE AÑADE A OTRA PARA EVITAR QUE SE CORRA O CORROA AQUÉLLAS CON LAS QUE SE PONE EN CONTACTTO.

EMULSIÓN: DISPERSIÓN DE UN LÍQUIDO EN OTRO NO MISCIBLE CON ÉL.

FIBROSO::QUE TIENE MUCHAS FIBRAS.

CENTRÍFUGO:: MÁQUINA QUE SEPARA LOS DISTINTOS COMPONENTES DE UNA MEZCLA POR LA ACCIÓN DE LA FUERZA CENTRÍFUGA.

LUBRICANTE: QUE LUBRICA, UTILIZADO PARA EVITAR DESGASTES.

ACEITE: SUSTANCIA GRASA, LÍQUIDA A TEMPERATURA ORDINARIA, DE MAYOR O MENOR VISCOSIDAD, NO MISCIBLE CON AGUA Y DE MENOR DENSIDAD QUE ELLA, QUE SE PUEDE OBTENER SINTÉTICAMENTE.

MISCIBLE: QUE SE PUEDE MEZCLAR.

SUPLEMENTO: COSA O ACCIDENTE QUE SE AÑADE A OTRA COSA PARA HACERLA ÍNTEGRA Ó PERFECTA.

NAFTA: FRACCIÓN LIGERA DEL PETRÓLEO NATURAL, OBTENIDA EN LA DESTILACIÓN DE LA GASOLINA COMO UNA PARTE DE ÉSTA.SUS VARIEDADES SE USAN COMO MATERIA PRIMA EN TROLEOQUÍMICA, Y ALGUNAS COMO DISOLVENTES.

PULVERIZAR: ESPARCIR UN LÍQUIDO EN PARTÍCULAS MUY TENUES, A MANERA DE POLVO.

COMPONENTE: QUE COMPONE O ENTRA EN LA COMPOSICIÓN DE UN TODO,

CARCASAS: QUE COMPONE O ENTRA EN LA COMPOSICIÓN DE UN TODO.

COJINETE: PIEZA DE HIERRO CON QUE SE SUJETAN LOS CARRILES A LAS TRAVIESAS DEL FERROCARRIL.

HOLGURA: ESPACIO SUFICIENTE PARA QUE PASE, QUEPA O SE MUEVA DENTRO ALGO.

COQUE: COMBUSTIBLE SÓLIDO OBTENIDO A PARTIR DE LA DESTILACIÓN DE LA HULLA, DE GRAN PODER CALORÍFICO.

GRAVEDAD: FUERZA RESULTANTE DE LA GRAVITACIÓN DE LA TIERRA Y LOS CUERPOS SITUADOS EN SUS PROXIMIDADES.

ILSAC: COMITÉ INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN Y APROBACIÓN DE LUBRICANTES.

ACEA: ASOCIACIÓN DE CONSTRUCTORES EUROPEOS DE AUTOMÓVILES.

CCMC: COMITÉ DE CONSTRUCTORES DEL MERCADO COMÚN.